



(11) Numéro de publication : **0 622 602 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94400894.5**

(51) Int. Cl.⁵ : **F28F 21/06, F28F 3/04,
F28D 1/03**

(22) Date de dépôt : **26.04.94**

(30) Priorité : **28.04.93 FR 9305010**

(43) Date de publication de la demande :
02.11.94 Bulletin 94/44

(84) Etats contractants désignés :
BE DE ES FR GB IT NL PT

(71) Demandeur : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE**
31-33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

(84) **BE DE ES FR GB IT NL PT**

(71) Demandeur : **ECIA- EQUIPEMENTS ET
COMPOSANTS POUR L'INDUSTRIE
AUTOMOBILE**
BP 79

(84) **F-25402 Audincourt Cédex (FR)
DE ES GB IT NL PT**

(72) Inventeur : **Deronzier, Jean-Claude**
16 rue Jean Jaurès
F-38610 Gieres (FR)
Inventeur : **Pitruzzella, Stéphane**
5, rue des Echelles
F-38120 Saint-Egreve (FR)
Inventeur : **Damotte, Hervé**
4, rue de Chamrousse
F-38100 Grenoble (FR)
Inventeur : **Vera, Jean-Claude**
8, rue de la Libération
F-25700 Valentigney (FR)

(74) Mandataire : **Ilgart, Jean-Christophe et al**
c/o Société Brevatome,
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

(54) **Radiateur d'automobile et procédé de fabrication.**

(57) Elément de surface d'échange pour radiateur automobile comportant un ensemble de plaques (9) en matériau polymérique à l'intérieur desquelles circule le fluide caloporteur (eau), les faces latérales (16) des plaques, entre lesquelles circule le fluide réfrigérant (air), étant munies de saillies (19) en relief. Ces saillies sont orientées dans le sens (L) d'écoulement du fluide caloporteur et placées perpendiculairement au sens d'écoulement (G) du fluide réfrigérant.

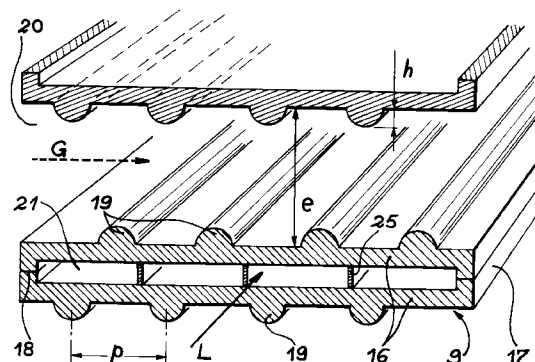


FIG. 3

L'invention concerne un radiateur d'automobile et un procédé de fabrication possible de certains éléments constituant la surface d'échange de chaleur.

Le fluide caloporteur des moteurs d'automobiles est généralement un liquide composé d'eau mélangée à du glycol ou à un autre antigel. La chaleur qu'il absorbe est évacuée par la surface d'échange d'un radiateur exposé à l'air ambiant, qui constitue le fluide réfrigérant, et dans lequel l'eau s'écoule entre une boîte à eau de distribution et une boîte à eau de collecte. Cette surface d'échange est composée pour l'essentiel, dans la plupart des cas, de tubes métalliques de cuivre ou d'aluminium parallèles à section ovale, circulaire ou rectangulaire très plate qui sont raccordés par leurs extrémités aux boîtes à eau généralement en matériau polymérique ; l'air de refroidissement circule entre les tubes grâce à la vitesse de l'automobile ou, à défaut, à un ventilateur. Or les intervalles entre les tubes sont occupés par des feuilles ondulées de métal destinées à augmenter la surface d'échange de chaleur : elles sont reliées aux tubes par des brasures établies aux sommets des ondulations. Mais les difficultés technologiques sont importantes pour contrôler la qualité des brasures sur des feuilles aussi minces (110 µm par exemple), et on a pu observer des défauts de contact entre feuilles et tubes qui nuisaient à la conduction de la chaleur et donc à l'efficacité du radiateur.

Le fragment de radiateur connu de la figure 1 est formé de tubes 1 à section rectangulaire très plate dont on a illustré des portions des deux faces ou plaques principales 2 pour deux d'entre eux. L'eau à refroidir circule dans les tubes 1, en direction de la flèche L, le long de canaux 4. Les espaces entre les tubes 1, sensiblement plus larges que les canaux 4, sont occupés par des feuilles ondulées 5 unies aux plaques planes 2, aux sommets des ondulations, par des brasures 6. Les ailettes des feuilles 5 ont subi un emboutissage qui y a formé des lamelles 7, dont la forme est semblable aux persiennes des volets, pour accroître la turbulence de l'air qui circule parallèlement aux ailettes, c'est-à-dire perpendiculairement au liquide, selon la flèche G.

L'inconvénient de devoir contrôler les brasures 6 ainsi que l'intérêt de plus en plus grand de construire les radiateurs en matière polymérique, pour limiter leur corrosion soit par le liquide caloporteur soit par le sel souvent projeté sur les routes en hiver, pour limiter leur coût et pour alléger substantiellement les véhicules, sont les raisons principales à la source de l'invention. On constatera en effet que certaines réalisations de l'invention peuvent être avantageusement fabriquées par des techniques associées aux matières polymériques thermoplastiques, bien qu'il ne soit pas acceptable de la limiter à ces matériaux, car son avantage essentiel est de parvenir à une bonne efficacité de refroidissement à l'aide d'une structure simple : des matières thermodurcissables sont

également convenables.

Une conception assez différente de plaques de radiateur est décrite dans la demande de brevet européen 0 397 487. Les plaques sont en polymère et creusées de canaux à section très irrégulière, formés de tronçons de canal obliques et entrecroisés, pour accroître la turbulence du liquide caloporteur, mais les plaques sont en principe lisses à l'extérieur et on ne s'occupe pas de l'écoulement du fluide réfrigérant. On ne croit pas que l'efficacité d'échange de chaleur soit aussi bonne que dans l'invention, et la perte de charge subie par le liquide caloporteur est beaucoup accrue.

Le radiateur objet de l'invention, composé essentiellement de plaques parallèles creuses en matériau polymérique dans lesquelles circule dans des canaux lisses le fluide caloporteur liquide et entre lesquelles circule un fluide réfrigérant gazeux tel que l'air, est en outre caractérisé en ce que les plaques ont des faces exposées au fluide réfrigérant pourvues de saillies linéaires et perpendiculaires à la circulation du fluide.

Ces saillies ont la fonction technique d'accroître la surface d'échange de chaleur et de créer des turbulences du flux réfrigérant en faisant varier la section des intervalles ou des canaux qu'il traverse.

Certains exemples et des règles dimensionnelles seront proposés plus loin, mais il n'est pas nécessaire que les variations de section, dues à la taille des saillies, soient importantes car leur nombre peut aussi jouer un rôle important.

Il est aussi favorable que les saillies de plaques voisines, orientées les unes vers les autres des deux côtés d'un même canal d'écoulement d'air, aient des projections perpendiculairement aux plaques qui soient différentes.

L'élément de surface d'échange de chaleur du radiateur peut être fabriqué à partir de demi-plaques moulées par injection, en soudant les demi-plaques entre elles pour constituer les canaux d'écoulement du fluide caloporteur. Dans le cas où les saillies linéaires sont continues et parallèles aux canaux d'écoulement, les plaques peuvent être fabriquées d'une pièce par un procédé d'extrusion en continu, et les saillies s'étendent donc dans l'axe des tubes : on recourra alors à un procédé d'extrusion.

Dans tous les cas, une construction simple et économique du radiateur est obtenue s'il est composé, outre des plaques, de boîtes à fluide caloporteur dont chacune comprend une face ajourée d'évidements dans chacun desquels une extrémité respective d'une des plaques est engagée. Cette construction est en effet compatible avec des boîtes en matériau polymérique également. Les boîtes peuvent être unies aux plaques par des collages ou des soudures. Elles peuvent encore comporter, avec le même souci de simplicité, une enveloppe de forme semi-cylindrique ou analogue raccordée et unie à la face ajourée par les mêmes moyens.

On va maintenant décrire l'invention plus en détail à l'aide des figures suivantes annexées à titre illustratif et non limitatif :

- la figure 1 est une vue d'une surface d'échange de chaleur de l'art antérieur,
- la figure 2 est une vue d'ensemble de l'invention,
- la figure 3 est une vue de détail d'une réalisation de l'invention en coupe à travers les plaques, les saillies étant longitudinales et continues,
- la figure 4 illustre le raccordement des plaques aux boîtes à eau, et
- les figures 5a à 5f illustrent six formes de saillies latérales.

On a illustré globalement un radiateur 10 conforme à l'invention à la figure 2. Il comporte deux boîtes à eau, une de distribution 11 et une de collecte 12, situées l'une au-dessus de l'autre. Chacune des boîtes à eau 11 et 12 est formée d'une plaque ajourée 13 et d'une enveloppe 14. L'enveloppe 14 peut être semi-cylindrique, ses génératrices d'extrémités sont jointes à la plaque ajourée 13 par un soudage ou un collage et sa portion opposée est percée et jointe à une tubulure 15. Une canalisation souple non représentée est raccordée aux tubulures 15 pour transporter l'eau du circuit de refroidissement du moteur dans la boîte à eau de distribution 11 et la retirer de celle de collecte 12. Les plaques 9 de l'invention s'étendent entre les plaques ajourées 13, à travers lesquelles leurs extrémités sont engagées et soudées ou collées pour atteindre les boîtes à eau 11 et 12, comme la figure 4 l'illustre. Comme le montre la flèche G, l'air ambiant atteint le radiateur 10 par sa face avant, le traverse en s'écoulant entre les tubes 9, refroidissant ainsi l'eau, qui se répartit dans les plaques 9 en s'écoulant entre les boîtes à eau 11 et 12. Le radiateur 10 est placé à l'avant de l'automobile, derrière la calandre et devant le moteur. Comme cet emplacement est classique, on s'est contenté de symboliser l'automobile vue de l'avant par le cadre A. Les boîtes à eau 11 et 12 et les plaques 9 sont toutes en matériau polymérique.

On voit à la figure 3 que les plaques 9 peuvent être formées comme dans la réalisation connue de deux faces principales 16 toutes parallèles entre elles et jointes par des faces beaucoup plus courtes 17 ; une surface de joint 18 coupe les faces courtes 17 si les plaques 15 sont produites par moulage-injection en deux parties ou demi-plaques dont chacune est composée d'une des faces principales 16 et d'une moitié des faces courtes 17 puis par le soudage ou le collage de ces demi-plaques à la surface de joint 18. Dans certaines réalisations où la plaque 9 a une section uniforme, il est cependant possible et plus avantageux de la fabriquer par extrusion continue. La plaque 9 est alors produite en demi-plaques comme précédemment ou, ce qui sera probablement préféré,

d'une pièce à une forme semblable, sauf qu'il n'y a plus de surface de joint 18. Le volume inclus dans la plaque 9, qui constitue le canal 21 dans lequel l'eau coule, peut être divisé en canaux parallèles séparés par des nervures longitudinales 25 dont la fonction est de mieux guider l'eau. Ces nervures longitudinales 25 sont produites à l'extrusion ou assemblées aux plaques 9 par collage ou soudage selon le cas. On préfère aussi que le canal 21 soit lisse, c'est-à-dire à section uniforme d'un bout à l'autre de la plaque 9, encore pour ne pas créer de perte de charge.

Les faces principales 16 sont pourvues de saillies linéaires 19, qu'on voit ici en coupe et qui sont perpendiculaire à la direction G de l'écoulement de l'air. Leur section peut être semi-cylindrique et jointe à la face principale 16 par un diamètre. On définit par p leur pas d'espacement le long des faces principales 16 par h leur hauteur, c'est-à-dire ici leur rayon, et par e la largeur du canal 20 de passage de l'air entre deux faces principales 16 consécutives. Les saillies linéaires 19 font varier la section des canaux 20 et rendent l'écoulement d'air turbulent ; le brassage ainsi provoqué accroît le léchage des faces principales 16 par l'air et améliore l'extraction de la chaleur. Dans cette réalisation, les saillies linéaires 19 sont continues sur toute la longueur libre des plaques 9, c'est-à-dire entre les plaques ajourées 13, mais ne s'étendent pas sur les portions des plaques 9 engagées dans les plaques ajourées 13. Si le procédé de fabrication, l'extrusion par exemple, impose de les prolonger sur ces portions, elles sont ensuite arasées.

Les coefficients d'amélioration du transfert thermique entre l'air et la paroi des plaques 9 ont été généralement compris entre 1,25 et 3 pour des augmentations de perte de pression relative comprises entre 3 et 8. Les valeurs du rapport h/e étaient comprises entre 0,01 et 0,5, le rapport p/h était compris entre 5 et 100.

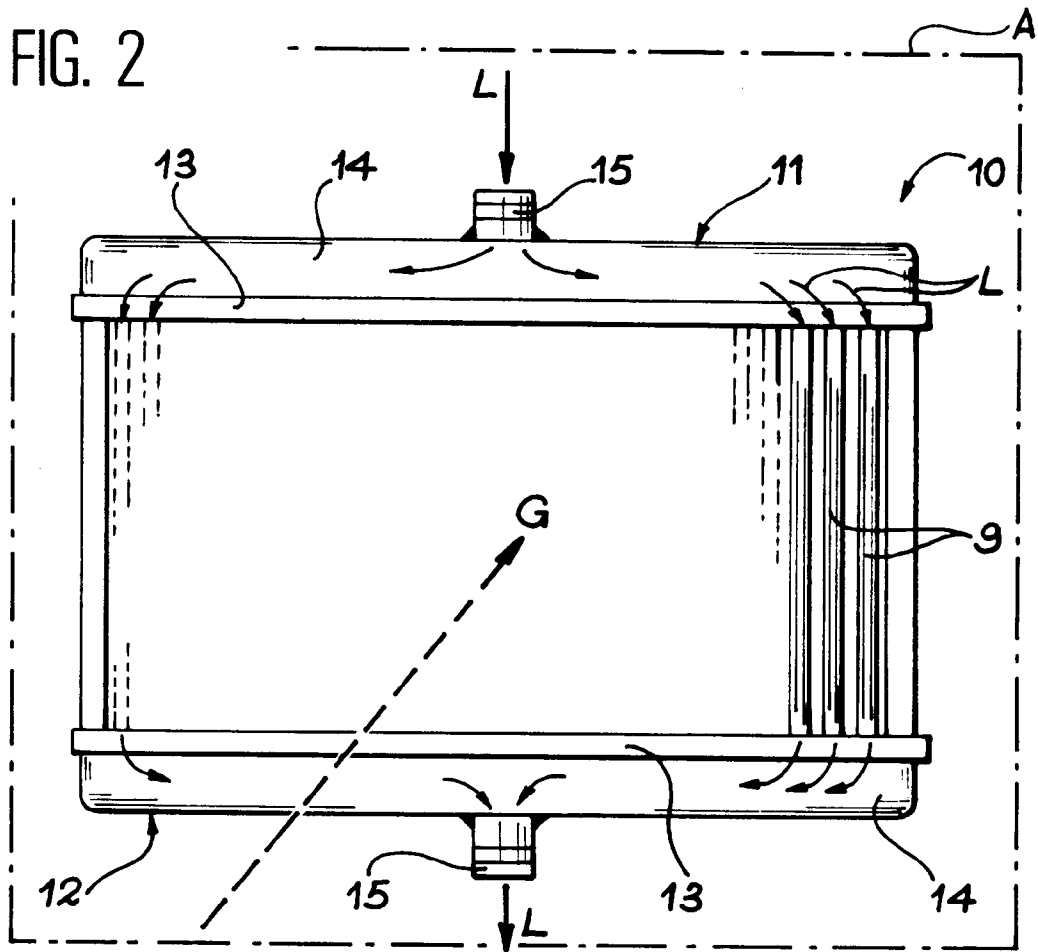
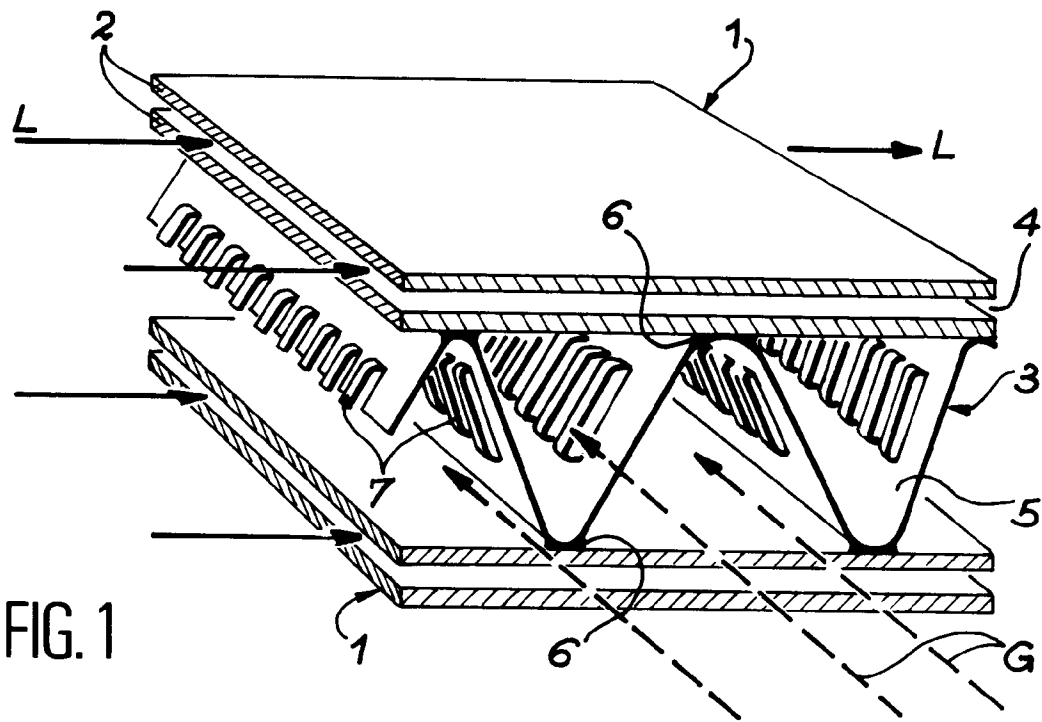
Les faces principales 16 adjacentes sont décalées entre elles d'un demi-pas, c'est-à-dire que les saillies linéaires 19 se projettent à mi-distance des saillies linéaires 19 de la plaque principale 16 voisine.

Certaines sections de saillies linéaires 19 sont illustrées sur les figures 5 : la figure 5a représente pour mémoire une saillie linéaire 19a à section semi-circulaire appuyée sur une plaque latérale 16 par son diamètre, comme sur la figure 3 ; une saillie à section carrée 19b est représentée à la figure 5b ; une saillie à section triangulaire 19c, appuyée sur la plaque latérale 16 par un côté, est représentée à la figure 5c, et une saillie à section rectangulaire 19d est représentée à la figure 5d ; inversement, une autre saillie à section triangulaire 19e, appuyée sur la plaque principale 16 par un angle et représentée à la figure 5e, sur une saillie à section presque circulaire 19f et représentée à la figure 5f, peuvent aussi être choisies.

Revendications

les faces ajourées (13) et les enveloppes (14) étant en matériau polymérique.

1. Radiateur d'automobile composé essentiellement de plaques parallèles (9) en matériau polymérique dans lesquelles circule dans des canaux lisses (21) un fluide caloporteur liquide et entre lesquelles circule un fluide réfrigérant gazeux, caractérisé en ce que les plaques (9) ont des faces exposées au fluide réfrigérant (G) pourvues de saillies linéaires (19) et perpendiculaires à la circulation du gaz. 5 10
2. Radiateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les saillies linéaires sont continues 15
3. Radiateur suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les saillies linéaires de deux plaques voisines ont des projections différentes perpendiculairement aux plaques. 20
4. Radiateur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les saillies ont une hauteur (e), rapportée à une largeur (h) séparant des plaques (9) consécutives, comprise entre 0,01 et 0,5. 25
5. Radiateur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les saillies ont un pas (p) en direction de l'écoulement du fluide réfrigérant, rapporté à leur hauteur (h), compris entre 5 et 100. 30
6. Procédé de fabrication de plaques de radiateur suivant la revendication 2 par un procédé d'extrusion. 35
7. Procédé de fabrication de plaques de radiateur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5 par un procédé de moulage-injection. 40
8. Procédé de fabrication de plaques de radiateur suivant l'une quelconque des revendications 6 ou 7, les plaques étant constituées de deux demi-plaques assemblées par soudage ou collage. 45
9. Radiateur d'automobile (10), caractérisé en ce qu'il est composé de plaques conformes à l'une quelconque des revendications 1 à 5 et de deux boîtes à fluide caloporteur (11, 12), les boîtes comprenant chacune une face ajourée (13) d'évidements dans chacun desquels une extrémité respective d'une des plaques (9) est engagée. 50 55
10. Radiateur d'automobile suivant la revendication 9, caractérisé en ce que les boîtes comprennent une enveloppe (14) unie à la face ajourée (13),



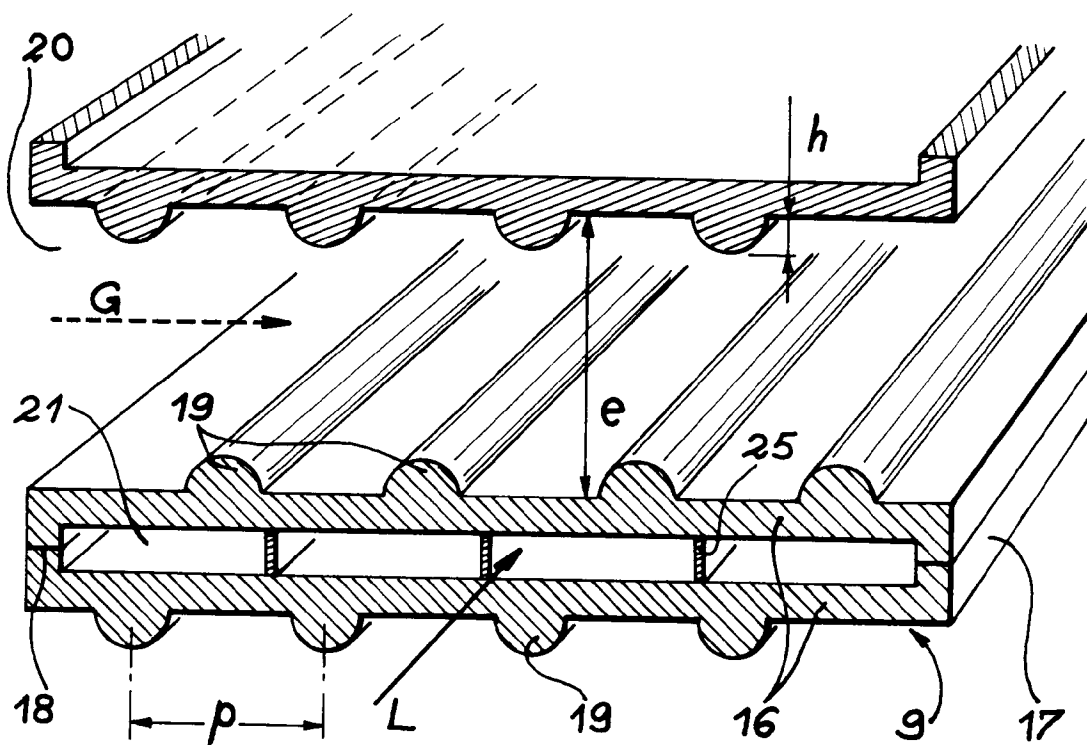


FIG. 3

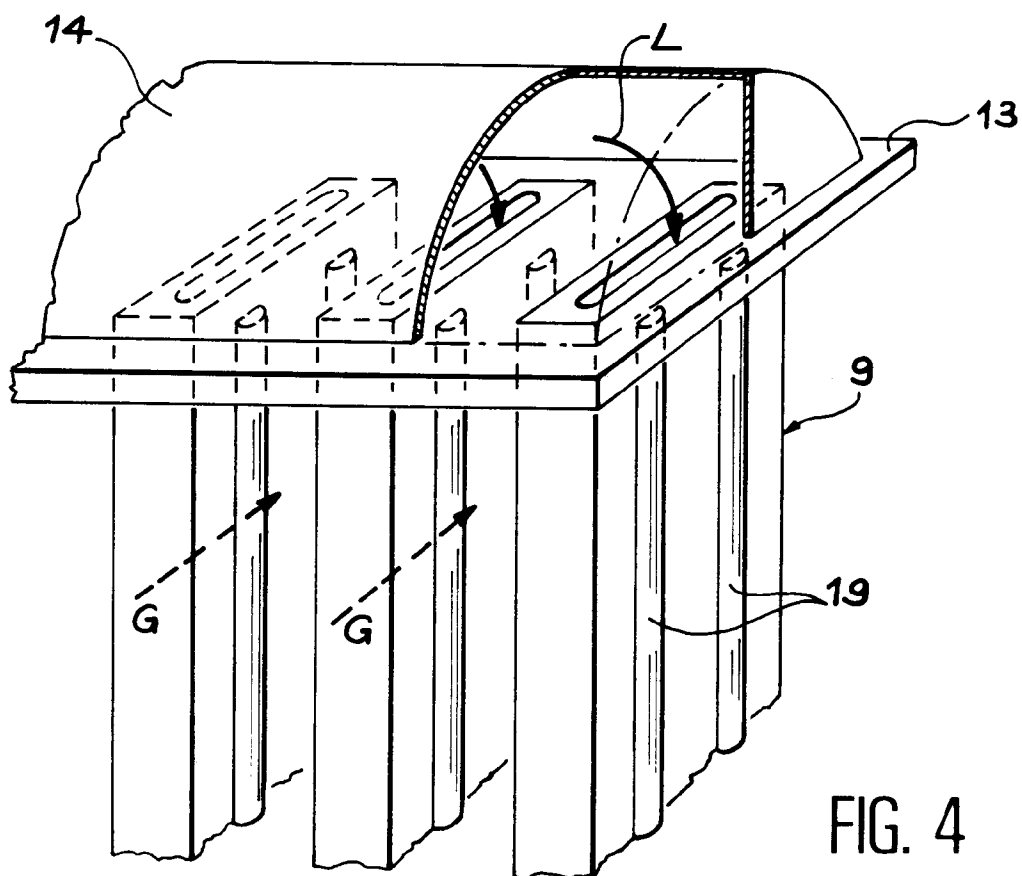


FIG. 4

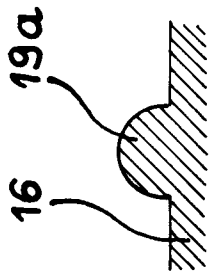


FIG. 5a

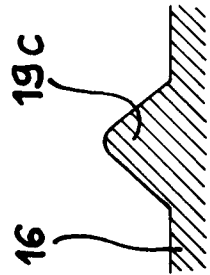


FIG. 5c

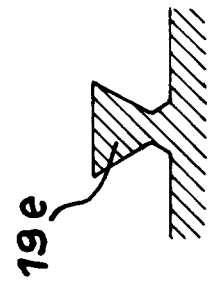


FIG. 5e

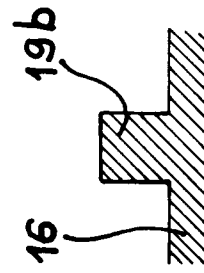


FIG. 5b

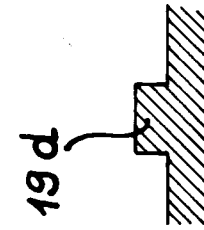


FIG. 5d

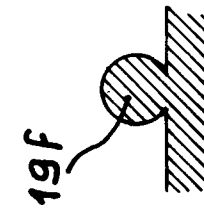


FIG. 5f